# WSPR 2.0 Guia do Usuário

Joe Taylor, K1JT

## Introdução

WSPR (pronunciado "whisper") significa "Informativo de Propagação para Sinais Fracos do inglês *Weak Signal Propagation Reporter*." O programa WSPR foi desenvolvido para analise de potenciais percursos de propagação utilizando transmissões de sinais com baixa potência como beacons. O sinal de WSPR é composto por um indicativo, localizador e nível de potência transmitida usando um formato de dados comprimido com um robusto FEC (código corretor de erro) e modulação 4-FSK de estreita largura de banda. Este protocolo de comunicação é eficiente mesmo em condições precárias com relação sinal/ruído tão baixa como -28 dB em uma largura de banda de 2500 Hz. Estações receptoras com acesso à internet podem automaticamente enviar relatórios de recepção a uma central responsável pelo armazenamento dos dados. O site WSPRnet fornece uma interface simples para consulta ao banco de dados de informes de recepção, mapa de propagação, e outros inúmeros recursos.

## Equipamentos necessários

- Receptor ou transceptor de SSB e antena
- Computador com sistema operacional Windows, Linux, FreeBSD, ou OS X.
- CPU de 1.5 GHz ou mais rápido e ao menos 100 MB de RAM
- Monitor com resolução mínima de 800 x 600
- Placa de som suportada pelo sistema operacional com taxa de amostragem mínima de 48 kHz
- Para sistemas destinados à transmissão e recepção será necessária uma interface usando a porta serial para acionamento do PTT ou um cabo serial de controle tipo CAT. Sistemas usando a versão Linux e FreeBSD podem usar também a porta paralela para acionamento do PTT. Como alternativa, poderá ser usado o controle por VOX.
- Conexões de áudio entre receptor/transceptor e placa de som
- Um modo de sincronizar o relógio do computador ao horário UTC

## Instruções básicas de operação

Os passos seguintes permitirão que você esteja no ar rapidamente em WSPR.

1. Faça a cópia do software WSPR a partir da página do WSJT, http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/. Clique no link WSPR localizado na margem esquerda e em seguida no respectivo arquivo a ser copiado. Instale o programa de acordo com o sistema operacional utilizado. Para sistema operacional Windows, execute o arquivo previamente salvo e siga as instruções de instalação. Consulte a página 10 para instalação em outros sistemas operacionais.

2. Faça a conexão entre o rádio e o computador com os cabos apropriados. Se precisar de ajuda nesta etapa, use as sugestões existentes para outros modos digitais que usam a placa de som, como por exemplo http://www.w5bbr.com/soundbd.html. Em geral, para recepção, é necessário apenas conectar a saída de áudio do seu rádio à entrada da placa de som, isto é tudo que você precisa para receber! Se você desejar transmitir também, será necessário conectar a saída de áudio da placa de som ao microfone ou à entrada de dados do rádio. Para a comutação entre transmissão/recepção (T/R) e controle de CAT você irá necessitar de um ou mais cabos seriais.

3. Inicie o software WSPR através de um clique duplo no ícone que aparece na área de trabalho ou por outro modo à sua escolha. No menu **Setup | Station parameters** coloque seu indicativo, localizador com 6 dígitos, selecione a opção de entrada e saída de áudio e selecione a sua potência transmitida em dBm. (Veja no Apêndice A uma tabela de conversão Watts para dBm) Use o valor mais próximo existente na lista. Radio escutas devem fornecer um identificador único (até 8 caracteres) no lugar do indicativo.

4. Se você optar por transmitir e receber, o programa WSPR irá controlar a seqüência de transmissão/recepção. Selecione a opção desejada para comutação de PTT em **PTT method** (DTR, RTS, CAT, ou VOX). Para comutação controlada pelo DTR ou RTS, selecione a opção **PTT port**. Para apenas receber ou para sistemas controlados por VOX marque a opção None em **PTT port**.

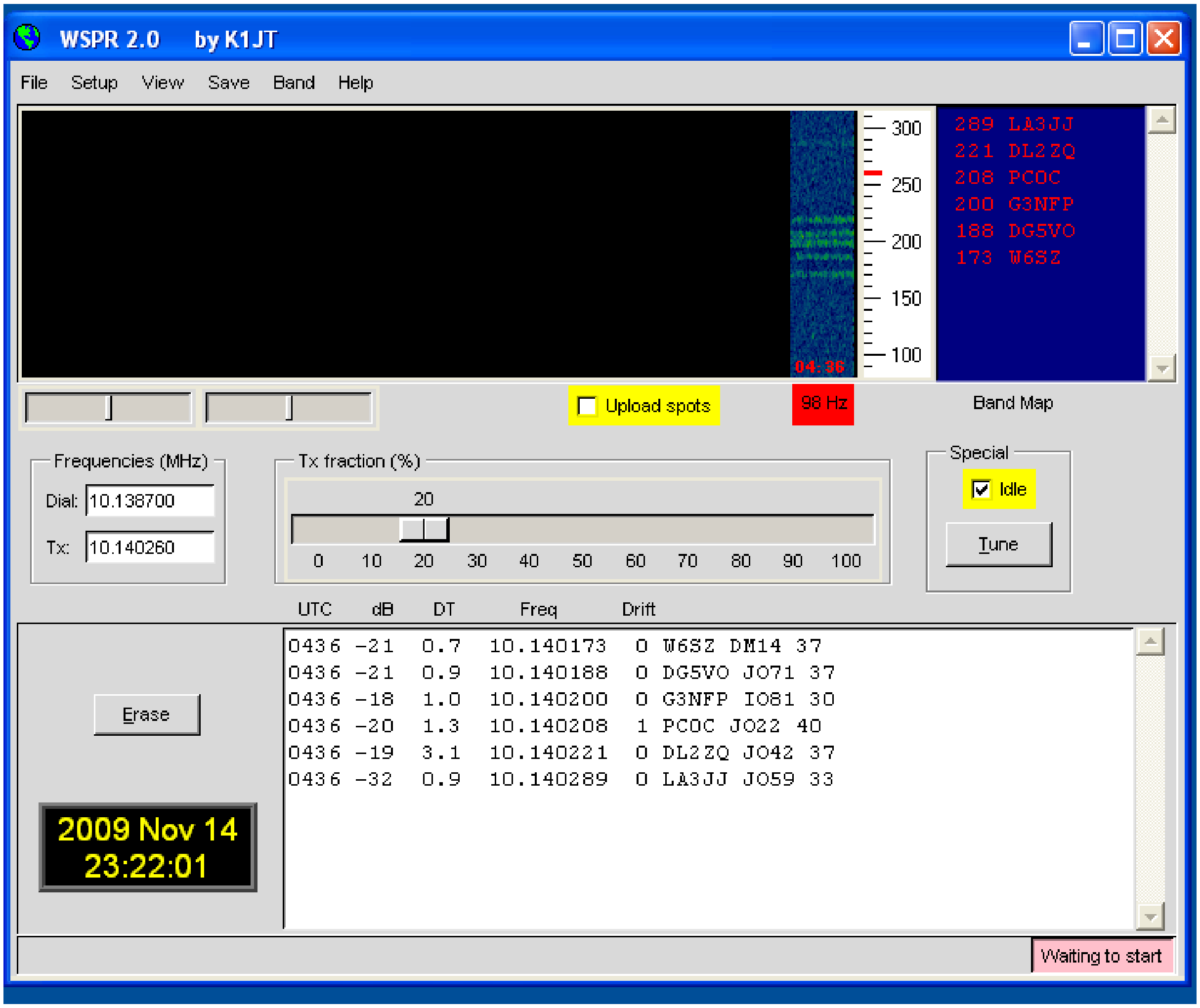
5. O programa WSPR oferece algumas possibilidades para controle do transceptor via controle de CAT, como comutação entre transmissão/recepção e ajuste de freqüência. Para usar esta opção, marque **Enable CAT** e preencha os parâmetros na tela **Station parameters**. Consulte o manual do seu rádio para determinar os valores destes parâmetros necessários para o controle via conexão serial.

6. Você pode confirmar a correta operação do decodificador do WSPR abrindo um arquivo de áudio usado como exemplo de gravação feita pelo WSPR. Selecione **File | Open,** navegue até a pasta …\save\Samples contida no diretório de instalação e abra o arquivo 091022_0436.wav. Um total de seis sinais WSPR devem ser decodificados, e sua tela deverá aparecer como a imagem mostrada na próxima página. É muito interessante também tentar escutar este arquivo de áudio usando o Windows Sound Recorder ou outro aplicativo similar. As transmissões WSPR aparecem como sinais extremamente fracos, isto quando são percebidas, além disto, é possível escutar várias estáticas de origem atmosférica, no entanto o programa WSPR decodifica estes sinais sem nenhum erro.

7. Selecione a banda de operação no menu **Band**. A freqüência padrão de operação em WSPR irá aparecer na caixa de freqüência **Dial**. Por exemplo, você deve visualizar 10.138700 MHz para a banda de 30 m. Ajuste seu transceptor para esta freqüência em USB ou outro modo de dados em USB

(se você habilitar o controle CAT, o ajuste de freqüência do rádio será automático). Selecione a freqüência de **Tx** através de um duplo clique em alguma região na janela gráfica de sinais. Freqüências disponíveis para **Tx** estão contidas entre 1400–1600 Hz acima da freqüência mostrada pelo dial do rádio. Clicando próximo da base da área gráfica de sinais irá colocá-lo no limite inferior da freqüência de transmissão, e clicando próximo do topo da área gráfica ajustará a sua freqüência de transmissão próxima do limite superior.

8. WSPR utiliza intervalos de dois minutos para transmissão e recepção. O controle deslizante denominado **Tx fraction** ajusta a proporção média do tempo destinado à transmissão. O ajuste padrão de 20% apresenta um bom compromisso em condições normais: isto significa que você transmitirá aproximadamente uma vez a cada dez minutos e escutará o resto do tempo. A seqüência exata de T/R será aleatória para maximizar a sua chance de receber outras estações de WSPR. Para operação envolvendo apenas recepção, ajuste a barra **Tx fraction** para zero.
9. Estando no modo Idle, você poderá clicar no botão **Tune** para produzir uma curta mensagem de teste não modulada.  A duração da transmissão (em segundos) é ajustada pelo controle deslizante **Tx fraction**.




10. Assegure-se que o relógio do seu computador não possua um desvio maior que ±1 segundo. Muitos operadores mantêm a precisão do relógio do computador através de servidores de tempo via internet e softwares como o Dimension 4 for Windows, disponível em http://www.thinkman.com/dimension4/. Para usuários do sistema Linux Ubuntu é necessário instalar o ntp, selecionando Sistem | Administration | Time e Date, escolha alguns servidores de tempo mais próximos da sua localidade e opte por Sincronização automática.

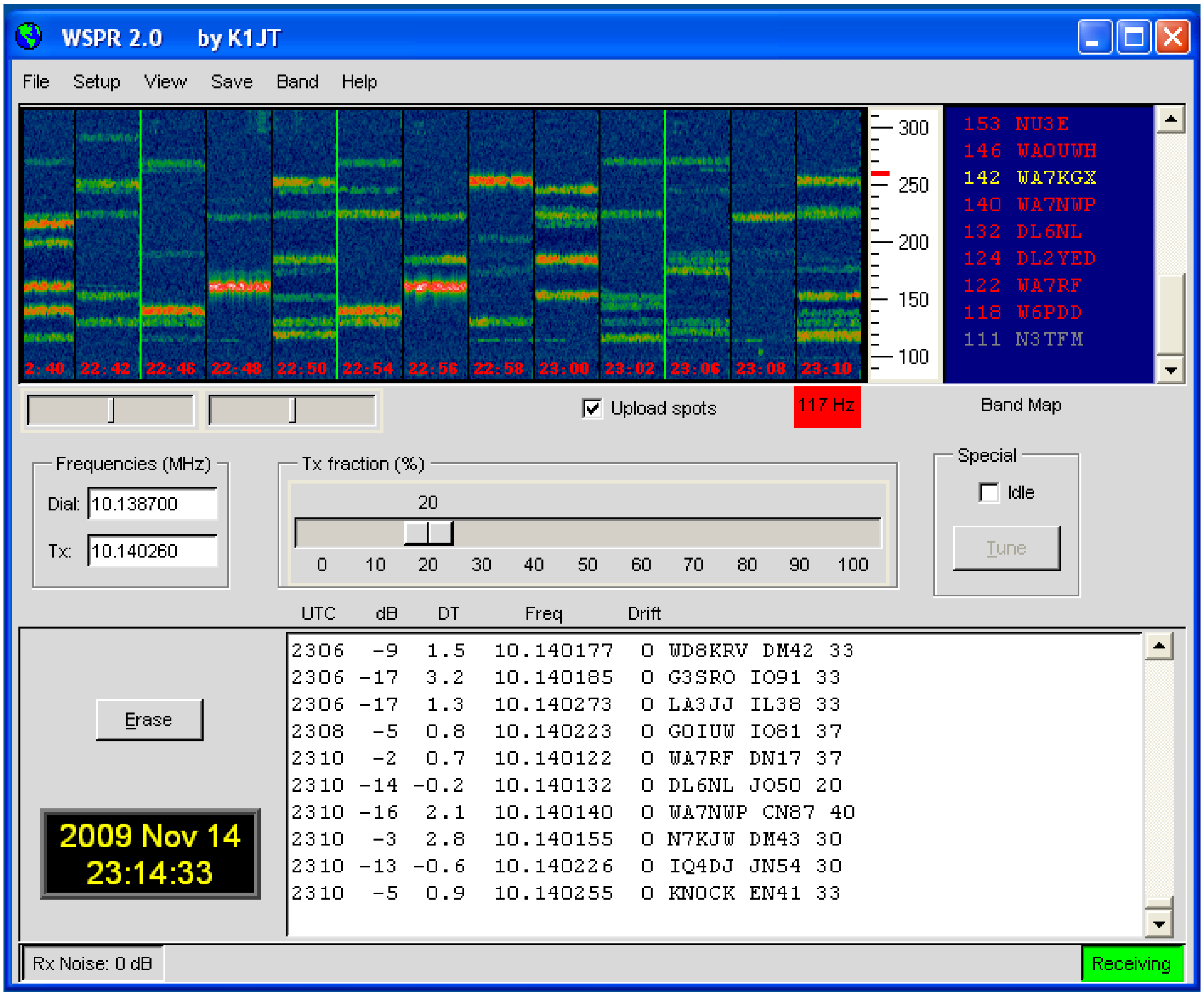
11. Se você possui acesso à internet e deseja fazer upload de suas escutas automaticamente para o WSPRnet, marque a caixa denominada **Upload spots**.

12. Para iniciar a operação, desmarque a caixa **Idle**. O programa WSPR iniciará a seqüência de recepção a partir do próximo minuto par em UTC. Após o início da recepção, use o programa de ajuste de áudio da sua placa de som e/ou o controle da sua interface de áudio para regular o nível de áudio (veja na figura seguinte, abaixo no canto esquerdo da tela principal do WSPR) em

um valor próximo de 0 dB. No final de cada intervalo de recepção, a janela do espectrograma do programa será atualizada e os sinais de WSPR decodificados aparecerão na janela principal de texto.

## Detalhes Adicionais

### *Janela Principal*



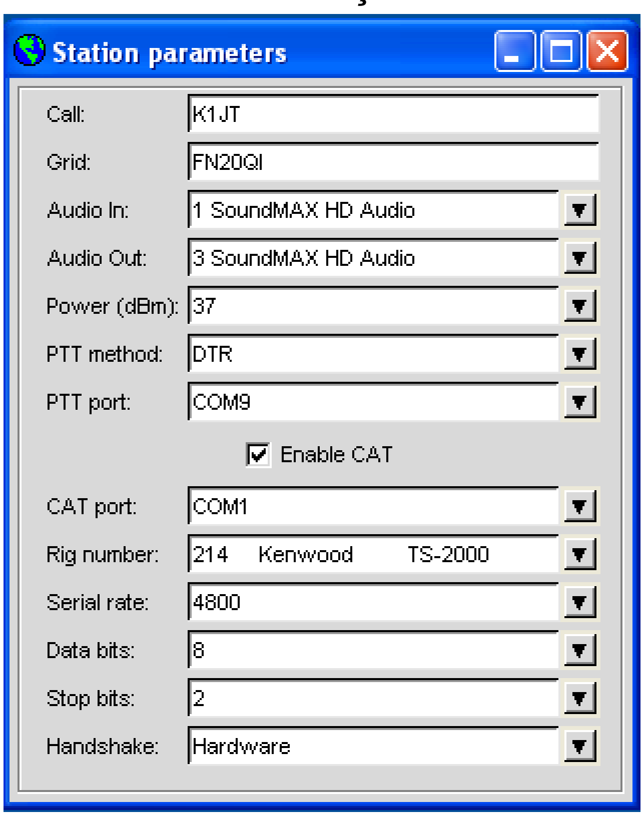

Em operação normal a tela do WSPR irá parecer como a mostrada acima. O programa procura todos os sinais de WSPR existentes em uma banda passante de 200 Hz e o resultado é mostrado na janela de espectrograma, janela de texto e no mapa de banda. O espectrograma cobre uma estreita faixa de freqüência (pouco mais de 200 Hz) no sentido vertical; os últimos três dígitos da freqüência recebida, em Hz, são mostrados na escala à direita. O tempo neste espectrograma segue da esquerda para a direita. Em um monitor convencional de computador cada intervalo de dois minutos representa um segmento com largura aproximada de 1 cm. Os

períodos de sua própria transmissão são denotados por uma fina linha vertical verde no espectrograma.

Cada sinal de WSPR decodificado produz um texto mostrando a hora em UTC, relação sinal/ruído medida em dB (relativo a uma largura de banda de 2500 Hz), desvio da hora DT em segundos, freqüência medida em MHz, deriva de freqüência em Hz/minuto, e a própria mensagem decodificada. Desvios de tempo maiores que aproximadamente ±2 segundos podem indicar um significativo erro no relógio do PC usado pelo transmissor ou receptor, ou possivelmente ambos. Para um melhor desempenho mantenha a precisão relógio do PC entre ±1 segundo. Desvios de freqüência maiores que ±1 Hz por minuto quase sempre ocorrem na transmissão e se possível devem ser corrigidos. Da mesma forma, desvios de freqüência no receptor podem contribuir para a deriva de freqüência — mas eles são facilmente percebidos, pois todos os demais sinais recebidos apresentarão um desvio similar de freqüência.

Uma combinação de cores é usada no mapa de banda para indicar o tempo decorrido desde que uma determinada estação foi decodificada. Indicativos em vermelho foram decodificados em menos 15 minutos após a última linha do texto decodificado; indicativos em amarelo foram decodificados entre 15-30 minutos, cinza claro 30-45 minutos, e cinza escuro 45-60 minutos. Indicativos decodificados há mais de uma hora em relação ao mais recente são removidos do mapa de banda.

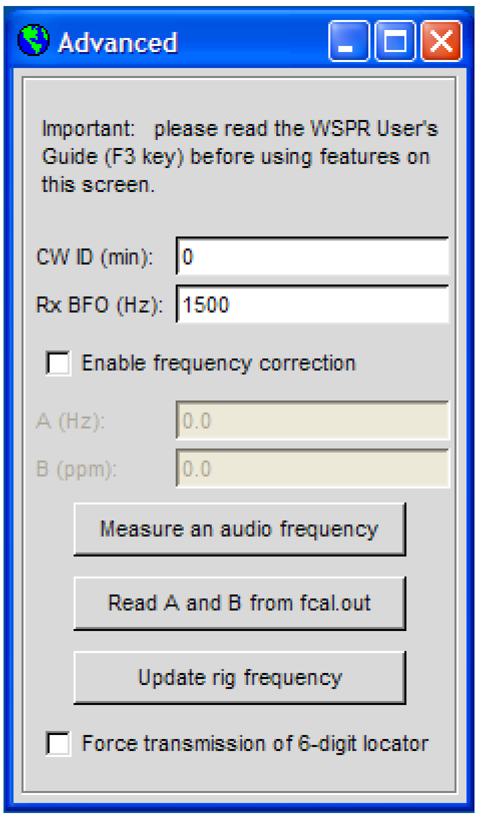
## *Parâmetros da Estação*



Os parâmetros da estação vistos no menu **Station parameters** são praticamente auto-explicativos. Indicativos compostos como PJ4/K1ABC, W7/VE3DEF, e mesmo WA2XYZ/37 são permitidos, mas devem ser usados somente quando necessários. Indicativos duplamente compostos como PJ4/K1ABC/P não são suportados. Veja o Apêndice B para maiores detalhes. Como ilustrado no exemplo acima, é permitido usar uma porta serial para comutação T/R (através da linha DTR ou RTS) e uma segunda porta serial para o controle CAT da freqüência de operação. Consulte o manual de operação do seu rádio para determinar corretamente os parâmetros do controle via CAT, incluindo **Serial rate**, **Data bits**, **Stop bits**, e método de **Handshake**. Com exceção do indicativo e localizador, aconselha-se o emprego dos valores existentes na lista de opções ao invés de digitar outros parâmetros.

## *Setup Avançado*

O menu **Advanced** pode ser aberto a partir do menu **Setup** ou teclando **F7**.




Se por imposição legal for necessária uma identificação em código morse em intervalos específicos usando seu indicativo de chamada, você pode ajustar este intervalo no campo **CW ID**. Seu indicativo será transmitido em CW no final de cada transmissão WSPR, no intervalo especificado. Devido à largura de banda usada para identificação em CW a 25 wpm ser muitas vezes maior que a usada num sinal WSPR, se recomenda fortemente *não* usar a opção **CW ID** ao menos que seja obrigatório o seu uso.

Usuários que adotam receptores de construção caseira podem necessitar uma freqüência de BFO diferente do padrão de 1500 Hz usada em transceptores de

SSB. Você pode selecionar um valor diferente do padrão na janela denominada **Rx BFO (Hz)**.

Muitos transceptores modernos usam um único oscilador e a partir deste, as outras freqüências necessárias para o funcionamento do rádio são geradas. Se este oscilador principal estiver um pouco fora de freqüência, todas as freqüências mostradas no dial serão apresentadas erroneamente de modo previsível. O Apêndice C define um simples procedimento para determinar como o seu rádio pode ser calibrado, e ser for necessário como determinar as constantes de calibração **A** e **B**. Desta forma, se você utilizar um controle CAT, será possível melhorar a precisão da freqüência de transmissão e recepção através da inserção destes valores e marcando **Enable frequency correction** na tela de setup **Advanced**. As freqüências enviadas ao rádio serão ajustadas de acordo com estas constantes de calibração. O botão denominado **Measure an audio frequency** pode ser útil na determinação dos valores de **A** e **B**. Veja o Apêndice C para maiores detalhes. Se for usado um controle via CAT, você poderá forçar um comando para ajuste de freqüência clicando em **Update rig frequency**.

## *Formatos Especiais de Mensagens*

Uma mensagem típica de WSPR é composta por um indicativo, localizador com 4 dígitos e nível de potência em dBm. Estas mensagens são sempre preferíveis quando forem apropriadas. Porém, indicativos compostos (ex., indicativos adicionados por um prefixo ou sufixo) podem não se enquadra nos 28 bits alocados para a mensagem padrão. De modo similar, localizadores de 6 dígitos podem não se enquadrar nos 15 bits. Mensagens usando estes componentes serão enviadas usando duas seqüências de transmissão. Por exemplo, se o indicativo for PJ4/K1ABC, o localizador de 6 dígitos for FK52UD, e nível de potência igual a 37 dBm, a seguinte mensagem será enviada em transmissões alternadas:

```
PJ4/K1ABC 37
<PJ4/K1ABC> FK52UD 37
```

Se você por algum motivo especial necessitar utilizar o localizador com 6 dígitos com um indicativo normal, marque a caixa **Force transmission of 6-digit locator**. Se o indicativo for K1ABC, o localizador de 6 dígitos FN42AX, e o nível de potência 37 dBm, a seguinte mensagem será enviada em transmissões alternadas:

```
K1ABC FN42 37
<K1ABC> FN42AX 37
```

Indicativos contidos em < > são atualmente enviados como códigos de espalhamento de 15-bits indexados. Se este código for recebido por outra estação antes que o indicativo completo tenha sido enviado, ele será mostrado como `<...>` na linha de texto decodificado. Uma vez que o indicativo completo seja recebido, o decodificador processará o código de espalhamento e completará os espaços faltantes. Dois indicativos muitos distintos podem possuir o mesmo código de espalhamento, mas o código de indexação de 15-bits de comprimento assegura que na prática estas colisões serão raras.

Observe, por favor, que mensagens com indicativos compostos ou localizadores de 6 dígitos não serão decodificadas corretamente por versões do WSPR anteriores a 2.0. Maiores detalhes sobre o formato das mensagens podem ser encontradas no Apêndice B, e no código fonte do WSPR.

## *Diversos*

Para um melhor desempenho o nível de ruído do sinal mostrado no computador deverá ser ajustado para aproximadamente 0 dB na barra de estado do WSPR. Desvios maiores, como ±10 dB em relação ao valor nominal de 0 dB não afetarão significantemente a capacidade de decodificação do WSPR. A idéia é possuir um nível de ruído em banda base alto o suficiente para que o ruído de quantização seja desprezível, mas baixo o suficiente para assegurar uma faixa dinâmica adequada. O nível de sinal indicado para cada código WSPR representa a relação da medida da intensidade do sinal e a média da intensidade do ruído, com referência a uma largura de banda de 2500 Hz. Esta relação, dentro de uma faixa bem ampla, é independente do nível de ruído do receptor.

Em condições normais um receptor com largura de banda convencional para comunicação de voz em SSB, isto é, 2,4 kHz, é uma ótima opção. Largura de banda mais estreita é perfeitamente aceitável se você possui problemas com sinais fortes bem distantes da banda passante de 200 Hz usada pelo WSPR. Não há nenhuma vantagem em particular, no uso de larguras de banda tão pequenas quanto 200 Hz, pois o WSPR realiza através de software todas as filtragens necessárias.

Normalmente a condição de ligado ou desligado do AGC não é crítica. Um bom procedimento padrão e deixá-lo ligado, e ajustar o nível adequado de áudio reduzindo o ganho de RF. Isto significa que o AGC será acionado apenas na presença de sinais muito fortes na banda passante. Controles de AGC com tempo de recuperação muito lento não são desejados para operação com WSPR.

WSPR funciona perfeitamente no sistema operacional Microsoft Vista, mas você deve ser alertado que o Vista é bastante complicado no que diz respeito à permissão para alterações em arquivos por alguns programas em seus próprios diretórios de instalação. Se você instalar o WSPR no diretório padrão, C: \Program Files\WSPR, será necessário desligar o controle de contas de usuários do Vista. Alternativamente, instale o programa em uma diferente pasta: por exemplo, C:\hamprogs\WSPR.

Alguns usuários desejam utilizar múltiplas cópias do WSPR no mesmo computador. Isto é possível, basta simplesmente fazer uma cópia do diretório original onde o programa foi instalado.

Para se tornar um bom cidadão da comunidade do WSPRnet, tente operar de modo a favorecer a confiabilidade dos spots que você envia para o arquivo de dados. Assegure-se que o ajuste de freqüência e nível de potência informado esteja correto. Quando você trocar de banda, o melhor procedimento para evitar o envio de spots em “banda errada” é parecido com o que segue abaixo:

- Marque a caixa **Idle**
- Aguarde até a barra de estado mostrar “Waiting to start”

- Se “Decoding” é mostrada na barra de estado, aguarde até ela ficar limpa, e a seguir aguarde outros 30 segundos para se assegurar que a sua mensagem no WSPRnet foi completada
- Mude a banda no WSPR, e ligue seu transceptor se o CAT não estiver em uso
- Desmarque a caixa **Idle**

## Linux, FreeBSD, Macintosh, e Código Fonte

O código WSPR é “fonte aberta” e por projeto é praticamente independente de plataforma. Arquivos auto-instaláveis estão atualmente disponíveis para Windows e Linux Ubuntu. Pacotes binários para outros sistemas operacionais semelhantes a UNIX ou outras distribuições estarão disponíveis em breve.

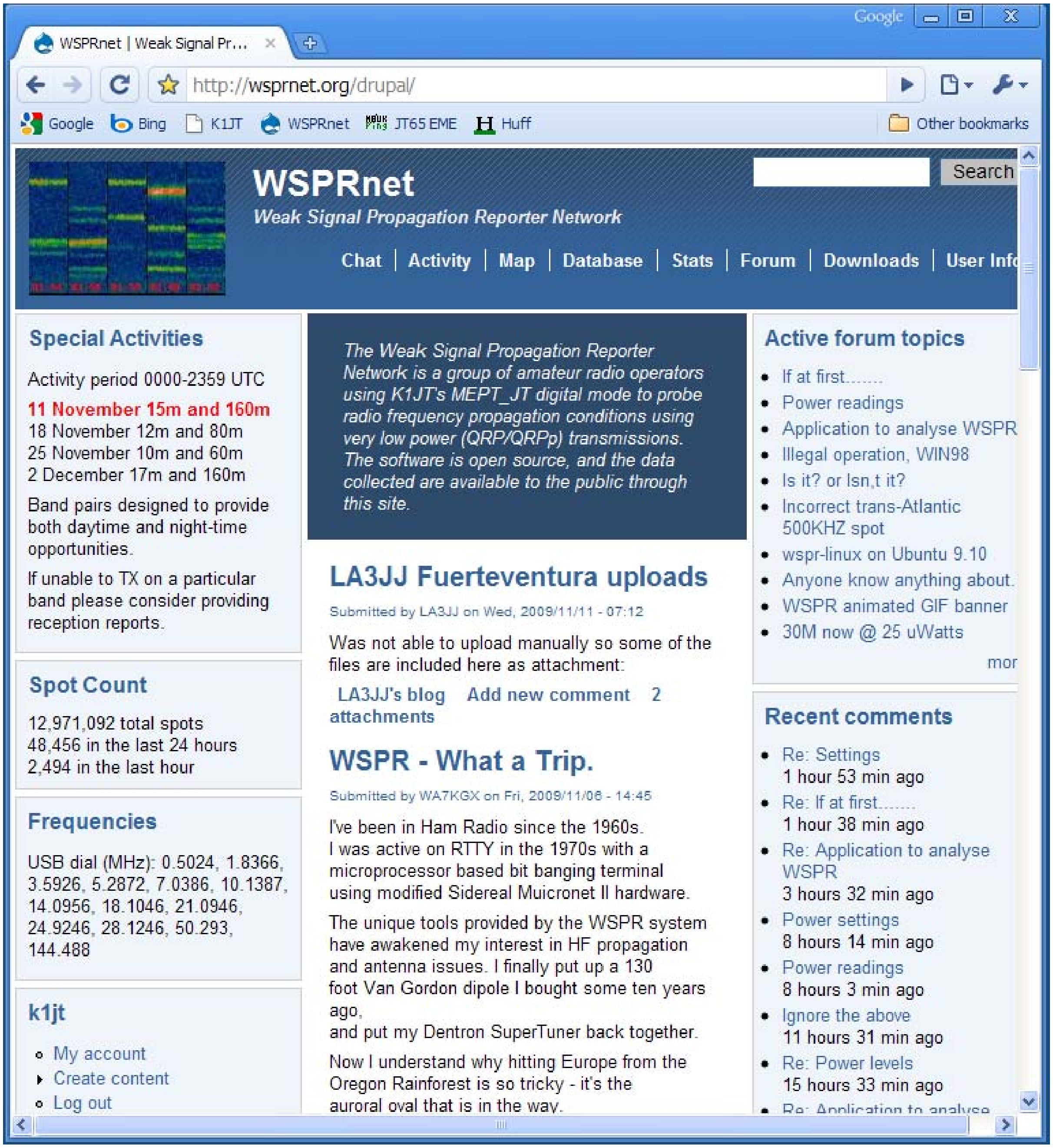
Para o Ubuntu 8.10, 9.04, 9.10, e outros sistemas recentes baseados no Debian 32 bits, estão disponíveis para download um arquivo de instalação no seguinte link http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wspr.html. Para instalar e executar o WSPR, instale o arquivo copiado no seu diretório home e execute os seguintes passos a partir de uma janela de comando, se for necessário substitua o número correto da versão usada como visto abaixo:

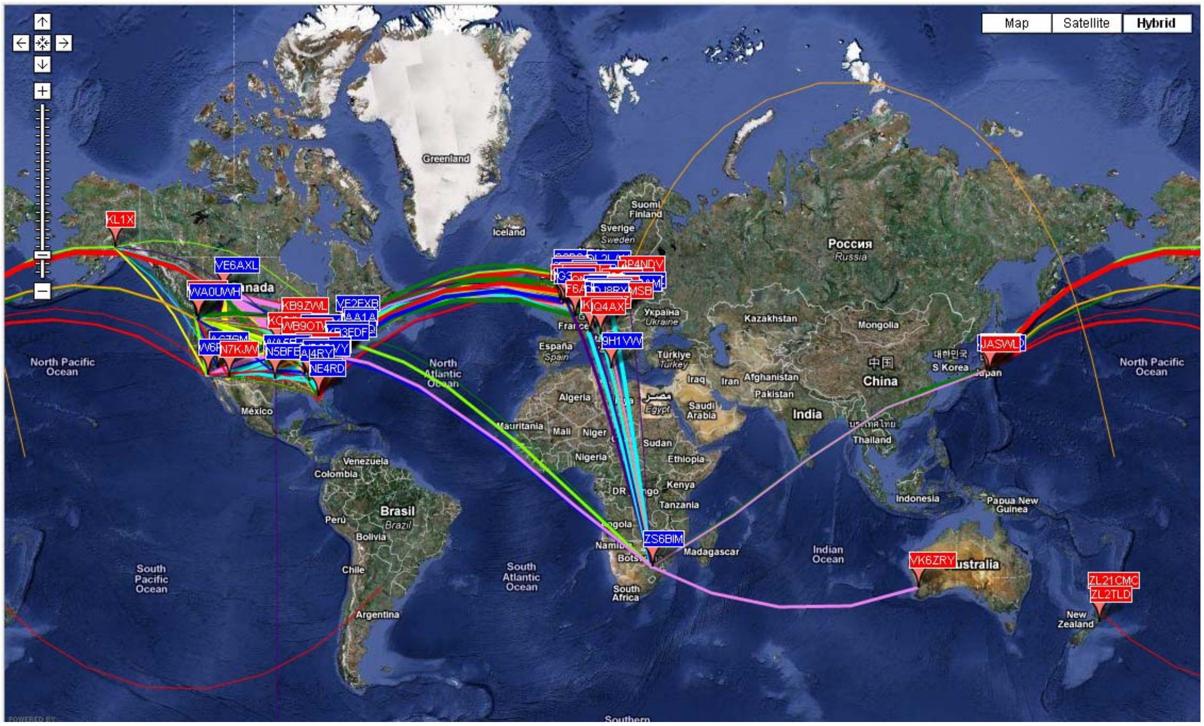
```
$ sudo dpkg --instdir=. -i wspr_2.00r1714_i386.deb
$ cd WSPR
$ ./wspr
```

Muitos operadores usam outras distribuições de Linux, FreeBSD, Macintosh OS X, e Windows (com o MinGW pacote de desenvolvimento) compilando normalmente o WSPR a partir do seu código fonte. A última versão do código fonte (bem como as versões prévias) está disponível no repositório SVN no link http://developer.berlios.de/projects/wsjt/ .

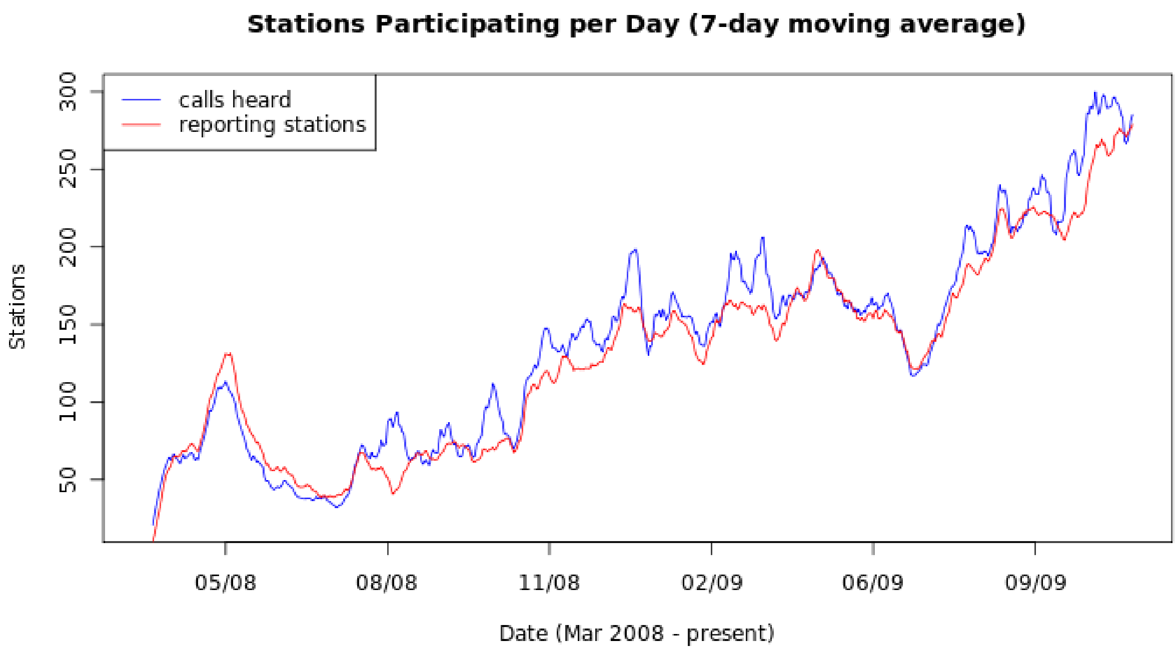
## WSPRnet

Para ter acesso aos recursos do WSPRnet, direcione seu navegador para http://wsprnet.org/. Este excelente site foi desenvolvido e é mantido por Bruce Walker, W1BW. Ele possibilita recurso de Chat, verificação por banda das estações escutadas a partir de reportagens de sinais WSPR na última hora, um mapa global onde são mostradas as estações de WSPR ativas e os percursos de propagação, uma interface para o histórico do banco de dados, e um resumo estatístico obtido a partir do banco de dados. O mapa pode ser ampliado e movimentado, e você pode determinar vários critérios para determinação dos spots que serão visualizados no mapa. Exemplos de tela inicial do WSPRnet, mapa global, e algumas estatísticas do banco de dados são vistas abaixo e na próxima página.


WSPRnet | Weak Signal Pr...
http://wsprnet.org/drupal/
Google
Bing
K1JT
WSPRnet
JT65 EME
Huff
Other bookmarks
WSPRnet
Weak Signal Propagation Reporter Network
Search
Chat | Activity | Map | Database | Stats | Forum | Downloads | User Info
Special Activities
Activity period 0000-2359 UTC
11 November 15m and 160m
18 November 12m and 80m
25 November 10m and 60m
2 December 17m and 160m
Band pairs designed to provide both daytime and night-time opportunities.
If unable to TX on a particular band please consider providing reception reports.
Spot Count
12,971,092 total spots
48,456 in the last 24 hours
2,494 in the last hour
Frequencies
USB dial (MHz): 0.5024, 1.8366, 3.5926, 5.2872, 7.0386, 10.1387, 14.0956, 18.1046, 21.0946, 24.9246, 28.1246, 50.293, 144.488
k1jt
My account
Create content
Log out
The Weak Signal Propagation Reporter Network is a group of amateur radio operators using K1JT's MEPT_JT digital mode to probe radio frequency propagation conditions using very low power (QRP/QRPp) transmissions. The software is open source, and the data collected are available to the public through this site.
LA3JJ Fuerteventura uploads
Submitted by LA3JJ on Wed, 2009/11/11 - 07:12
Was not able to upload manually so some of the files are included here as attachment:
LA3JJ's blog Add new comment 2 attachments
WSPR - What a Trip.
Submitted by WA7KGX on Fri, 2009/11/06 - 14:45
I've been in Ham Radio since the 1960s.
I was active on RTTY in the 1970s with a microprocessor based bit banging terminal using modified Sidereal Muicronet II hardware.
The unique tools provided by the WSPR system have awakened my interest in HF propagation and antenna issues. I finally put up a 130 foot Van Gordon dipole I bought some ten years ago,
and put my Dentron SuperTuner back together.
Now I understand why hitting Europe from the Oregon Rainforest is so tricky - it's the auroral oval that is in the way.
Active forum topics
If at first.......
Power readings
Application to analyse WSPR
Illegal operation, WIN98
Is it? or Isn,t it?
Incorrect trans-Atlantic 500KHZ spot
wspr-linux on Ubuntu 9.10
Anyone know anything about...
WSPR animated GIF banner
30M now @ 25 uWatts
mor
Recent comments
Re: Settings
1 hour 53 min ago
Re: If at first.......
1 hour 38 min ago
Re: Application to analyse WSPR
3 hours 32 min ago
Power settings
8 hours 14 min ago
Power readings
8 hours 3 min ago
Ignore the above
11 hours 31 min ago
Re: Power levels
15 hours 33 min ago



Map
Satellite
Hybrid
Greenland
Iceland
Canada
North Pacific Ocean
North Atlantic Ocean
South Pacific Ocean
South Atlantic Ocean
Indian Ocean
Brasil
Россия
China
India
Kazakhstan
Mongolia
Australia
New Zealand
Madagascar
KL1X
VE6AXL
WA0UWH
KB9ZWL
VE2EXB
WB9OTX
NE4RD
N7KJW
ZS6BIM
9H1VW
JA5WLD
VK6ZRY
ZL21CMC
ZL2TLD

Stations Participating per Day (7-day moving average)
calls heard
reporting stations
Stations
300
250
200
150
100
50
05/08
08/08
11/08
02/09
06/09
09/09
Date (Mar 2008 - present)

## Apêndice A: Tabela de Conversão, Watts para dBm

| | | |
|---|---|---|
| 0 | dBm = | 0.001 W |
| 3 | | 0.002 |
| 7 | | 0.005 |
| 10 | | 0.01 |
| 13 | | 0.02 |
| 17 | | 0.05 |
| 20 | | 0.1 |
| 23 | | 0.2 |
| 27 | | 0.5 |
| 30 | | 1 |
| 33 | | 2 |
| 37 | | 5 |
| 40 | | 10 |
| 43 | | 20 |
| 47 | | 50 |
| 50 | | 100 |
| 53 | | 200 |
| 57 | | 500 |
| 60 | | 1000 |

## Apêndice B: Especificações do Protocolo WSPR

- Mensagem padrão: indicativo + localizador com 4dígitos + dBm

  ```
  K1ABC FN20 37
  ```

- Mensagem com indicativo composto e/ou localizador de 6 dígitos usa seqüência de duas transmissões. A primeira seqüência envia o indicativo composto e nível de potência, ou indicativo padrão, localizador de 4 dígitos, e nível de potência; a segunda transmissão carrega um indicativo com código de espalhamento, localizador de 6 dígitos, e nível de potência. Exemplos:

  ```
  PJ4/K1ABC 37                  K1ABC FN42 37
  <PJ4/K1ABC> FK52UD 37         <K1ABC> FN42AX 37
  ```

  Prefixos adicionais podem conter até três caracteres alfa-numérico; sufixos adicionais podem ser compostos por uma letra simples ou um ou dois dígitos.

- Componentes da mensagem padrão após compressão sem perdas: 28 bits para indicativo, 15 para localizador, 7 para nível de potência, 50 bits total. Maiores detalhes estão contidos no código fonte, disponível em http://developer.berlios.de/projects/wsjt/.
- Código corretor de erros (FEC): código convolucional com comprimento restrito K=32, taxa r=1/2.
- Número de símbolos binários de canal: nsym = $(50+K-1) \times 2 = 162$.
- Taxa de comutação: 12000/8192 = 1.4648 baud.
- Modulação: fase contínua 4-FSK, separação de tom 1.4648 Hz.
- Largura de banda ocupada: aproximadamente 6 Hz
- Sincronização: vetor de sincronismo de 162 bits pseudo-randômico.
- Estrutura de dados: cada canal de símbolo carrega um bit de sync (LSB) e um bit de dado (MSB).
- Duração da transmissão: $162 \times 8192/12000 = 110.6$ s.
- Transmissão normalmente inicia decorrido um segundo após os minutos pares em UTC ex., em hh:00:01, hh:02:01, ...
- Relação mínima de S/N para recepção: aproximadamente –28 dB na escala WSJT (para uma largura de banda de 2500 Hz).

## *Detalhes adicionais sobre a estrutura das mensagens WSPR*

No nível de usuário, uma mensagem WSPR pode apresentar uma das três possibilidades mostradas nos seguintes exemplos:

Tipo 1: `K1ABC FN42 37`
Tipo 2: `PJ4/K1ABC 37`
Tipo 3: `<PJ4/K1ABC> FK52UD 37`

Mensagens Tipo 1 contém um indicativo padrão, localizador de 4 dígitos, e nível de potência em dBm. Mensagens Tipo 2 omitem o localizador, mas incluem um indicativo composto, enquanto as mensagens Tipo 3 trocam o indicativo por um código de espalhamento de 15 bits e incluem um localizador de 6 dígitos bem como o nível de potência. Técnicas de compressão sem perdas reduzem todos os três tipos de mensagens em exatos 50 bits de informações. Indicativos padrões necessitam 28 bits e localizadores 4 caracteres de15 bits. Nas mensagens Tipo 1, os restantes 7 bits carregam o nível de potência. Nas mensagens Tipo 2 e 3 estes 7 bits carregam o nível de potência em conjunto com uma extensão ou redefinição de campos normalmente usados para indicativo e localizador. Juntas, estas técnicas de compressão totalizam a “fonte codificada”, ou seja, a mensagem de usuário no menor número possível de bits.

Após a codificação, uma redundância é adicionada na forma de um robusto código de correção de erros (FEC). O WSPR usa um código convolucional com comprimento restrito K=32 e taxa r=1/2. O procedimento convolucional estende os 50 bits de usuário em um total de (50 + K – 1) × 2 = 162 símbolos de bit-único. Um processo para intercalar o código é então aplicado e mistura a ordem destes símbolos, assim minimiza-se o efeito de curtos pulsos de erros na recepção que podem ser causados em função do QSB, QRM, ou QRN. Os símbolos de dados são combinados com igual número de símbolos de sincronismo, um padrão pseudo-randômico de 0’s e 1’s. A combinação de 2 bits para cada símbolo é a quantidade que determina qual dos quatro possíveis tons será transmitido num determinado intervalo entre os símbolos. Informação sobre os dados é enviada como o bit mais significativo, sendo o sincronismo o bit menos significativo. Deste modo, numa escala de 0 – 3, o tom para um dado símbolo é o dobro do valor (0 ou 1) do bit de dados, mais o bit de sincronismo.

Algumas escolhas arbitrárias definem detalhes adicionais do pacote de mensagens e a ordem dos canais de símbolos. Estas escolhas são melhores descritas por exemplos e através do código fonte. Para tornar fácil a outros usuários a implementação do protocolo WSPR, um programa em linguagem Fortran foi escrito para ilustrar os processos de codificação e decodificação e fornecer exemplos para cada estágio destes processos. Uma versão compilada deste programa para Windows está disponível em http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRcode.exe, e o código fonte completo pode ser encontrado no repositório dos arquivos WSJT. Um exemplo para as rotinas de entrada e saída para a mensagem “K1ABC FN42 37” é mostrada na

próxima página.  Uma transmissão WSPR deve gerar freqüências correspondentes aos números fornecidos pelo canal de símbolo, onde 0 é a freqüência mais baixa e 3 a mais alta.

```
C:\wspr> WSPRcode "K1ABC FN42 37"
Message: K1ABC FN42 37

Source-encoded message (50 bits, hex): F7 0C 23 8B 0D 19 40

Data symbols:
      1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0
      1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0
      1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1
      1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0
      1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
      1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1

Sync symbols:
      1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0
      0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1
      1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1
      1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1
      0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
      1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0

Channel symbols:
      3 3 0 0 2 0 0 0 1 0 2 0 1 3 1 2 2 2 1 0 0 3 2 3 1 3 3 2 2 0
      2 0 0 0 3 2 0 1 2 3 2 2 0 0 2 2 3 2 1 1 0 2 3 3 2 1 0 2 2 1
      3 2 1 2 2 2 0 3 3 0 3 0 3 0 1 2 1 0 2 1 2 0 3 2 1 3 2 0 0 3
      3 2 3 0 3 2 2 0 3 0 2 0 2 0 1 0 2 3 0 2 1 1 1 2 3 3 0 2 3 1
      2 1 2 2 2 1 3 3 2 0 0 0 0 1 0 3 2 0 1 3 2 2 2 2 2 0 2 3 3 2
      3 2 3 3 2 0 0 3 1 2 2 2

Decoded message: K1ABC FN42 37            ntype: 37
```

# Apêndice C: Calibração de Freqüência

A leitura digital de freqüência de um moderno rádio sintetizado depende da precisão do oscilador mestre. Se a freqüência deste oscilador possuir um erro, mesmo que seja uma pequena parte em um milhão (ppm), isto pode degradar significantemente a precisão dos seus spots de mensagens WSPR e a sua correta freqüência de transmissão. O programa WSPR 2.0 possui incorporado um recurso que o ajuda a medir e possibilita empregar constantes de calibração para o seu rádio, tudo isto realizado através de software.

### Procedimento rápido de calibração em duas freqüências

O procedimento descrito a seguir deve funcionar para a maioria dos rádios modernos. Você irá precisar ter acesso a dois sinais de freqüências conhecidas — idealmente um em freqüência baixa, como 3 MHz ou menos, e outro numa freqüência mais alta. Na América do Norte uma boa opção é usar os sinais padrões da emissora WWV em 2.5 e 10 MHz, como mostrado abaixo. Em outras partes do mundo você provavelmente poderá ainda utilizar a WWV em 10 MHz, e para a referência em baixa freqüência poderá fazer uso de uma emissora em ondas médias. Muitas outras combinações são possíveis, é claro.

1. Coloque o receptor em modo USB com o RIT desligado, ajuste a freqüência do display $f_1$ = 2.500 MHz (ou a freqüência de outra estação conhecida). Certifique-se que o receptor já tenha atingido a estabilidade térmica.
2. Ligue o RIT, e ajuste-o para –1500 Hz
3. Com o WSPR operando no modo **Idle**, clique em **Measure an audio frequency** na tela de dialogo **Advanced**.
4. Subtraia 1500 Hz da medida de áudio freqüência informada pelo WSPR na interface auxiliar, e grave este resultado como erro de display $d_1$.
5. Repita os passos 1–4 para outra estação padrão de freqüência. Você deverá ter agora dois pares de números: ($f_1$, $d_1$) e ($f_2$, $d_2$). Note que $f_1$, $f_2$ estão em MHz, mas $d_1$, $d_2$ são informados em Hz.
6. Agora resolva os seguintes pares de equações lineares acopladas (Você deve ter aprendido como resolver isto na escola):

   $$d_1 = A + B f_1$$
   $$d_2 = A + B f_2$$

   As constantes de calibração desejadas são dadas por

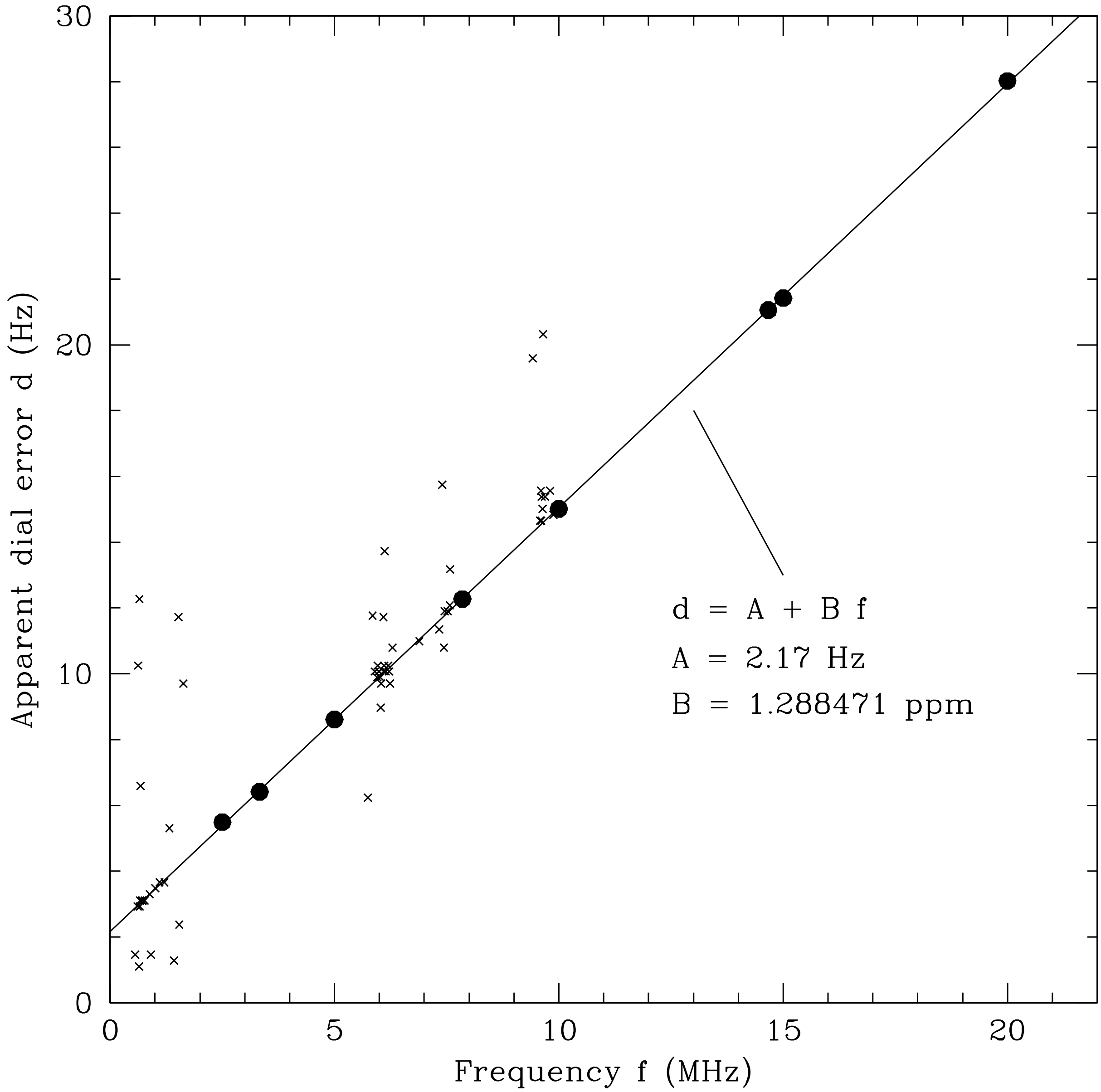
   $$B = (d_2 - d_1) / (f_2 - f_1)$$
   $$A = d_1 - B f_1$$
7. Alguns exemplos numéricos: As freqüências de áudio medidas através do meu TS-2000 foram 1505.49 Hz para o sinal da WWV em 2.5 MHz, e 1515.01 Hz para o sinal em 10 MHz. Assim $f_1 = 2.5$, $d_1 = 1505.49 - 1500 = 5.49$, $f_2 = 10.0$, e $d_2 = 1515.01 - 1500 = 15.01$. Estes valores levam ao seguinte resultado

$B = (15.01 – 5.49) / (10.0 – 2.5) = 1.269$ ppm
$A = d_1 – B f_1 = 2.32$ Hz

8. Alternativamente, A e B podem ser calculados através do programa `fcal` (leia como fazer isto na seguinte seção “Calibração mais precisa”).
9. Quando você estiver certo que os resultados obtidos forem confiáveis e repetitivos, entre os valores computados de **A** e **B** no menu **Advanced** do WSPR.

### Calibração mais precisa

A figura reproduzida abaixo ilustra os resultados obtidos após uma hora de trabalho com o meu Kenwood TS-2000. Eu realizei as medidas como descritas nos passos 1-4 acima, e repeti o procedimento para 68 diferentes estações. As primeiras 8 estações foram emissoras padrão da WWV (EUA) em 2.500, 5.000, 10.000, 15.000, e 20.000 MHz e CHU (Canadá) em 3.330, 7.850, e 14.670 MHz.  Estas medidas são vistas como círculos cheios no gráfico. É fácil perceber que as medidas destas oito estações padrões se encaixam perfeitamente na linha reta.




As demais medidas foram realizadas usando estações de ondas médias e ondas curtas, escolhidas mais ou menos aleatoriamente. Na América do Norte, as freqüências destinadas às emissoras de AM são múltiplos inteiros de 10 kHz. Muitas estações de ondas curtas também seguem este padrão, embora algumas usem múltiplos ímpares inteiros de 5 kHz. É vantajoso usar estações que forneçam medidas em freqüências de áudio próximas de 1500 Hz quando o display é ajustado para um valor inteiro de freqüência e o RIT regulado em -1500 Hz. Medidas realizadas para outras 60 estações de rádio são vistas como pequenas cruzes na figura acima. Por estas minhas medições, cerca de dois terços destas estações possuem um desvio próximo de 1 Hz da freqüência para a qual foram designadas (algumas possuem um erro ligeiramente maior, entre 5–10 Hz). Rejeitando estes

valores com maior discrepância, você poderá calibrar de forma satisfatória usando estas ou outro grupo similar de emissoras de rádio.

Um simples programa na forma de linha de comando chamado de `fcal` é incluído no pacote de instalação do WSPR. Um arquivo de dados `fcal.dat` é fornecido como exemplo e contêm as minhas próprias medidas das estações WWV e CHU. Se você se sente confortável operando programas através de linhas de comando, abra uma janela de comando, passe para o diretório onde foi instalado o WSPR e digite o comando "`fcal fcal.dat`". Os resultados devem parecer como estes

```
C:\Program Files\WSPR> fcal fcal.dat
    Freq      DF     Meas Freq    Resid
   (MHz)    (Hz)       (MHz)       (Hz)
--------------------------------------
   2.500    5.49   2.500005490    0.10
   3.330    6.41   3.330006410   -0.05
   5.000    8.61   5.000008610    0.00
   7.850   12.27   7.850012270   -0.01
  10.000   15.01  10.000015010   -0.04
  14.670   21.06  14.670021060   -0.01
  15.000   21.42  15.000021420   -0.07
  20.000   28.02  20.000028020    0.08

A:    2.17 Hz    B: 1.288471 ppm    StdDev:  0.07 Hz
err:  0.05          0.000016
```

O parâmetro A (medido em Hz) representa a interseção da melhor linha de tendência que cruza o eixo y; B é a inclinação desta linha, medida em partes por milhão. Estes resultados revelam que para o meu TS-2000 as melhores constantes de calibração são A=2.17 ± 0.05 Hz e B = 1.288471 ± 0.000016 ppm. O desvio padrão destas medidas em relação à linha de tendência é menor que 0.1 Hz, isto mostra que estas medidas são excelentes e que uma correção na forma linear para freqüência mostrada no display é aplicável.

Você pode usar o arquivo `fcal.dat` como uma espécie de guia para preparar um arquivo com as suas próprias medidas. Para obter os valores de **A** e **B**, use o nome do seu próprio arquivo como argumento no prompt de comando no programa `fcal`, por exemplo

```
C:\Program Files\WSPR> fcal mycal.dat
```

Clique no botão chamado de **Read A and B from fcal.out** para transferir os valores obtidos por interpolação nos campos de entrada para **A** e **B**.

# Apêndice D: Resolvendo os problemas

**Eu não vejo nenhum sinal de WSPR na janela do espectrograma.**

1. A caixa **Idle** está desmarcada?
2. Você selecionou corretamente um aplicativo em **Audio in** nas opções **Station parameters**?
3. O áudio está chegando até o computador?
4. O nível de **Rx Noise** mostrado na base esquerda da janela do WSPR durante o período de recepção deve ser acima de –10 dB. Se for muito baixo, por ex. –30 dB, você deverá ajustar o nível de volume através do sistema operacional e/ou no receptor.
5. Não há nenhuma estação ativa na banda selecionada? Para os novos usuários, 30 m é uma boa banda para iniciar, pois ela apresenta grande atividade e boa propagação. Verifique a página de atividade do WSPRnet http://wsprnet.org/drupal/wsprnet/activity para verificar quantas estações estão ativas em uma banda e onde elas estão localizadas.
6. Seu receptor está na freqüência corretas e no modo USB? A leitura de freqüência no display deverá ser mesma mostrada na caixa **Dial**. Use um sinal padrão como a WWV como referência para determinar a precisão de freqüência do seu receptor e se for necessário, ajuste a freqüência de acordo.

**Eu vejo traços de sinais WSPR no espectrograma, mas não são decodificados.**

1. O relógio do seu computador está suficientemente calibrado? A leitura de tempo do WSPR deverá estar de acordo com a hora exata em UTC com erro máximo de ±1 segundo.
2. Seu receptor não está variando a freqüência? Se muitos traços de sinais WSPR apresentam inclinações para cima ou para baixo no espectrograma, seu receptor provavelmente está variando bastante de freqüência. Tente esperar uma meia-hora para ver se ele estabiliza.
3. Se você estiver transmitindo, o calor adicional gerado pelo transmissor pode contribuir para a variação de freqüência. Tente reduzir a sua potência de saída ou reduza o valor de **Tx fraction** isto reduzirá o período de transmissão.

**Nenhum dos meus sinais decodificado está aparecendo no WSPRnet.org.**

1. Talvez seu sinal simplesmente não esteja sendo recebido por ninguém. Uma antena simples e poucos watts devem permitir que você decodifique outras pessoas e vice-versa em 30 m durante o dia. Aumentar o nível de potência além de 5 ou 10 watts não é recomendado. A falta de decodificação em 30 m está quase sempre relacionada com um problema no seu sistema e não com a intensidade de potência irradiada.
2. A página de atividade do WSPRnet http://wsprnet.org/drupal/wsprnet/activity pode ser usada para ver quantas estações estão ativas e onde elas estão localizadas.

3. Seu transmissor está sendo acionado para transmitir? Verifique que você selecionou corretamente os parâmetros **PTT method** e **PTT port** ou **CAT**. Estes parâmetros são configurados na opção **Station parameters**.
4. Seu transmissor está gerando potência? Use as opções de medida do rádio, medidor de intensidade de campo ou medidor de ROE para se assegurar que você está transmitindo algum sinal.
5. Se você não tiver potência de saída, verifique se foi selecionado corretamente o aplicativo em **Audio out** disponível na opção **Station parameters**. Você também às vezes deverá ajustar o nível de volume de saída através do software de mixagem de áudio existente no sistema operacional ou no nível de áudio do próprio transmissor (ex. nível de microfone).
6. Você está transmitindo em banda lateral superior (USB) na faixa especificada de 200 Hz para WSPR? Usando um transceptor, se você não visualizar nenhum sinal WSPR na janela de espectrograma, ou se estes sinais não estão distribuídos acima ou abaixo da freqüência central, seu transceptor pode não estar na freqüência correta, ou a leitura de freqüência não está calibrada.

**Meus spots de outras estações não aparecem no banco de dados do WSPRnet.org.**

1. Você marcou a opção na janela **Upload spots**? Certifique-se que você não está usando um arquivo já salvo no menu **File**, assim a opção **Upload spots** será desmarcada automaticamente.
2. Você está decodificando facilmente sinais WSPR? Você deve ver mensagens WSPR na caixa de texto junto à base da janela do WSPR, e indicativos no mapa de banda no topo direito.

**Meu localizador é mostrado com somente 4 dígitos no banco de dados do WSPRnet.org.**

1. Você entrou com o localizador de 6 dígitos na opção **Station parameters**? Você sempre deverá escrever seu localizador com 6 dígitos aqui.
2. Na página do WSPRnet, verifique que as especificações de sua conta foram digitadas com o localizador de 6 dígitos.

**O controle via CAT não está funcionando corretamente com o meu rádio.**

1. Seu rádio pode necessitar parâmetros adicionais que não estão disponíveis na opção de Setup. Você poderá inserir parâmetros adicionais para o controle do seu rádio editando a linha **Handshake** no menu **Station parameters**. Como exemplo, se você necessita Handshake = Hardware e paridade = Par, a linha **Handshake** deverá ler

   ```
   Hardware –C serial_parity=Even
   ```

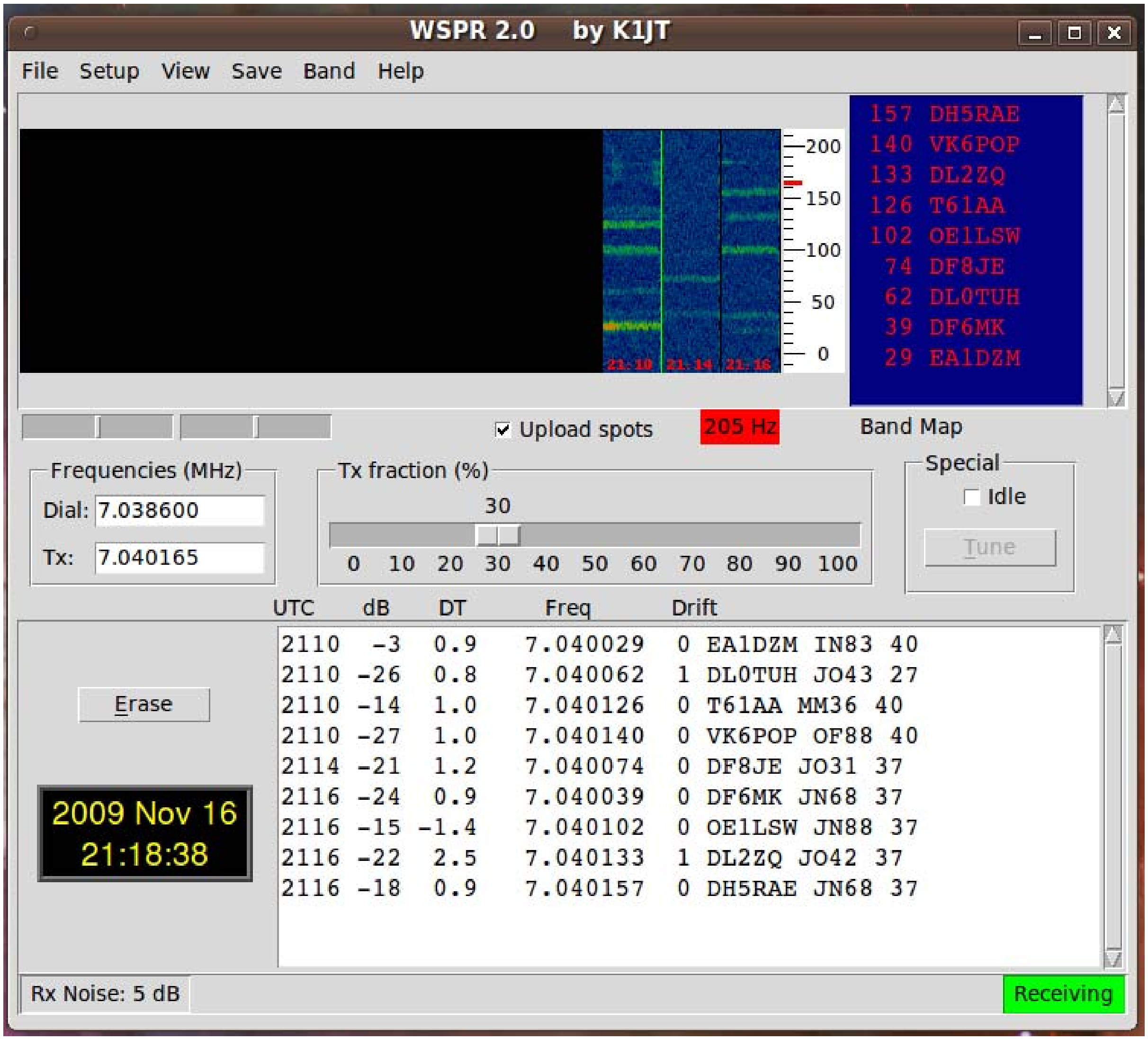
2. Certos rádios (ex., Yaesu FT-450, FT-950, e FlexRadio 3000) não gostam dos parâmetros padrões de temporização usados no programa rigctl. O

controle de CAT destes rádios necessita o seguinte texto na linha de Handshake:

`Hardware –C write_delay=0`

**Eu estou usando WSPR no Linux, e as legendas acima do texto decodificado estão desalinhadas.**

1. Detalhes relacionados com a aparência da tela dependem da configuração do seu gerenciador de janela, fontes instaladas, etc. Você pode experimentar diferentes tipos fontes editando o arquivo `wsprrc`. Como alternativa, procure fazer uma cópia de segurança do arquivo `wsprrc` e após isto copie o arquivo fornecido `wsprrc.alt como wsprrc`. Um exemplo de tela usada por OZ1PIF executada no sistema Ubuntu 9.04 é vista abaixo.



**Continua tendo problemas?**

A comunidade do WSPRnet é bastante prestativa e pode ser consultada através do fórum disponível em http://wsprnet.org/drupal/forum, e via lista de discussão do WSJT wsjtgroup@yahoogroups.com.

## Agradecimentos

Muitas pessoas contribuíram para o sucesso e popularidade do WSPR. Membros do grupo de desenvolvimento do WSJT, especialmente G4KLA, OH2GQC, VA3DB, W1BW, W6CQZ e JCDutton escreveram partes do código, particularmente os itens de código de endereçamento para a portabilidade de plataforma. G3ZOD, LZ1BB, OZ1PIF e VK3SB dedicaram inúmeras horas ajudando a resolver o bugs da versão beta e preparando os pacotes de distribuição. G3ZOD preparou grande parte da versão inicial do Apêndice D deste manual. Muito obrigado a todos!!!

Data da revisão: Dezembro 02, 2009
Tradução por Rafael Haag, PY3FF